

Проведен анализ и сделана оценка эффективности замены кожухотрубных теплообменников в системе нагрева поглотительного масла цеха улавливания сырого бензола на пластинчатые. Основные затраты для замены теплообменников складываются из:

- стоимости пластинчатых теплообменников;
- доставки и монтажа нового оборудования;
- демонтажа старого оборудования.

Относительное (удельное) значение эффекта энергосберегающего мероприятия на единицу затрат – 8,74 Гкал/тыс. руб., эффективность в денежной форме – 5,98 руб./руб. В соответствии с принятой классификацией данное энергосберегающее мероприятие обеспечивает высокую по своему значению эффективность.

Таким образом, предлагаемая замена морально и физически устаревших кожухотрубных теплообменников на стадии нагрева поглотительного масла перед ректификацией на пластинчатые даст существенный энергосберегающий эффект (ежегодная экономия 6,6 млн руб.), повысит надежность работы технологической схемы и улучшит условия труда обслуживающего персонала.

УДК 621.357

Шмакова В. С., Новиков А. Е.  
Уральский федеральный университет,  
redox61@mail.ru

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ХИМИЧЕСКИХ И ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ НИКЕЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ**

Никелевые покрытия толщиной от 1 до 100 мкм получили широкое распространение в качестве защитных и защитно-декоративных покрытий в различных отраслях промышленности. Высокая коррозионная стойкость покрытий значительно увеличивает время эксплуатации оборудования. Это, в свою очередь, позволяет сократить расход материалов и способствует снижению энергозатрат на изготовление и ремонт оборудования.

Никель на стальные детали может быть осажден химическим или электрохимическим способом. Целью работы является сравнительная оценка защитной способности химических и гальванических никелевых покрытий.

Никелевое покрытие наносили на плоские стальные образцы размером 25x30 мм. Образцы перед нанесением покрытия тщательно обезжировали и травили. Толщина покрытий составляла 6, 12 и 18 мкм. Гальванический никель осаждали из сульфатно-хлоридного электролита Уоттса, содержащего (г/л):  $\text{NiSO}_4$  – 350,  $\text{NiCl}_2$  – 60,  $\text{H}_3\text{BO}_3$  – 30; при плотности тока 1 А/дм<sup>2</sup>. Электроосаждение никеля проводили при температуре электролита 25 °С.

Для химического никелирования использовали раствор следующего состава (г/л):  $\text{NiSO}_4$  – 25,  $\text{CH}_3\text{COONa}$  – 15,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  – 5,  $\text{NaH}_2\text{PO}_2$  – 15. Температуру раствора  $92^\circ\text{C}$  поддерживали с помощью термостата марки ТЖ-ТС-01.

После нанесения покрытий методом наложения фильтровальной бумаги, пропитанной раствором железосинеродистого калия  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , определена их пористость. Экспериментальные результаты (табл. 1) показывают, что никелевое покрытие, полученное химическим способом, имеет меньшую пористость, чем гальваническое покрытие. С ростом толщины покрытия пористость его уменьшается.

Таблица 1

Количество пор в зависимости от типа никелевого покрытия

Толщина покрытия, мкм	Пористость, шт.	
	Электрохимическое	Химическое
6	54	4
12	28	0
18	4	0

Скорость коррозии определяли гравиметрическим методом по изменению массы образцов за время нахождения в 3%-м растворе  $\text{NaCl}$  в течение 6 суток. Результаты коррозионных испытаний представлены в табл. 2.

Таблица 2

Скорость коррозии в зависимости от природы никелевого покрытия и его толщины

Электрохимическое		Химическое	
Толщина покрытия, мкм	Скорость коррозии, $\frac{\text{г}}{\text{см}^2 \cdot \text{ч}}$	Толщина покрытия, мкм	Скорость коррозии, $\frac{\text{г}}{\text{см}^2 \cdot \text{ч}}$
6,0	$1,5 \cdot 10^{-4}$	5,9	$1,1 \cdot 10^{-4}$
12,3	$1,2 \cdot 10^{-4}$	11,7	$0,98 \cdot 10^{-4}$
18,1	$1,1 \cdot 10^{-4}$	18,0	$0,51 \cdot 10^{-4}$

Как следует из данных, приведенных в табл. 2, скорость коррозии образцов, покрытых химическим никелем, меньше, чем образцов с покрытием, нанесенным гальваническим способом. В том и другом случае коррозионное разрушение образцов с ростом толщины покрытия снижается. Это, по-видимому, связано с уменьшением пористости покрытий.

Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать вывод, что химическое никелевое покрытие стали обладает лучшими защитными свойствами по сравнению с гальваническим покрытием. Кроме того, процесс химического никелирования менее энергоемкий, поскольку не предполагает использования электрической энергии.